

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>G06F 1/14</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale: WO 00/28401</b>
		<b>(43) Date de publication internationale: 18 mai 2000 (18.05.00)</b>

**Avec rapport de recherche internationale.**

The diagram illustrates a radio receiver-transmitter system. At the top, a horizontal line represents the antenna system, with 'RECEPTION' on the left and 'TRANSMISSION EMISSION' on the right. The system is divided into two main sections: a receiver section on the left and a transmitter section on the right, connected by a central coupling section.

**Receiver Section (Left):**

- 7:** The input signal from the antenna.
- 8:** A component (likely a tuner or amplifier) that receives the signal from the antenna.
- 9:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 8.
- 10:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 9.
- 11:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 10.
- 12:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 11.
- 13:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 12.
- 14:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 13.
- 15:** A component (likely a detector or amplifier) that receives the signal from 14.

**Transmitter Section (Right):**

- 16:** A component (likely a power amplifier) that receives the signal from 15.
- 17:** A component (likely a power amplifier) that receives the signal from 16.
- 18:** A component (likely a power amplifier) that receives the signal from 17.
- 19:** A component (likely a power amplifier) that receives the signal from 18.
- 20:** The output signal to the antenna.

**Central Coupling Section:**

- 21:** A component (likely a coupling device) that receives the signal from 15 and 16.
- 22:** A component (likely a coupling device) that receives the signal from 17 and 18.
- 23:** A component (likely a coupling device) that receives the signal from 19 and 20.

The diagram shows a complex interconnection of these components, with multiple paths for signal flow between the receiver and transmitter sections.

**(57) Abrégé**

L'invention concerne un procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil sur lequel ledit appareil est connecté, l'horloge du réseau étant émise par un appareil de référence et la transmission des trames étant réalisée selon un mode de type TDMA. Elle est caractérisée par les étapes suivantes: une étape de détermination du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception et celle locale de l'appareil; une étape de correction de l'horloge locale de l'appareil sur la voie de réception en fonction dudit déphasage déterminé, par une première correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et une seconde correction dite correction de la partie fractionnaire apte à récupérer le déphasage complémentaire non récupéré par la première correction. Application particulière dans les réseaux de communication domestiques sans fil.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LJ	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**PROCEDE ET DISPOSITIF DE SYNCHRONISATION D'UNE  
HORLOGE LOCALE SUR L'HORLOGE D'UN RESEAU DE COMMUNICATION  
SANS FIL**

L'invention concerne un procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil sur lequel ledit appareil est relié. Elle concerne également un dispositif de synchronisation apte à fonctionner selon ledit procédé dans un tel réseau.

- 5           L'invention s'applique notamment dans le cadre d'un réseau de communication domestique sans fil.

Dans un bus de type IEEE 1394 décrit dans le standard IEEE 1394-1995, chaque appareil ("noeud" selon la terminologie IEEE 1394) relié au bus  
10   estampille les paquets qu'il émet avec une information temporelle indiquant à quel instant le paquet doit être restitué par l'appareil récepteur.

Chaque appareil (ou "noeud") relié au bus comporte un registre d'horloge de 32 bits, incrémenté à la fréquence horloge du bus, à savoir 24,576 MHz. Ce registre (appelé "Cycle Time Register" selon la terminologie anglaise  
15   du standard IEEE 1394-1995) est divisé en trois plages (les 12 bits de poids le plus faible, les 13 bits de poids intermédiaire et les 7 bits de poids le plus fort), qui sont donc incrémentées respectivement à des fréquences de 24,576 MHz, 8 kHz et 1 kHz.

En présence d'appareils susceptibles de participer à un trafic isochrone, et pour réaliser la synchronisation de ces appareils, l'un d'eux est  
20   élu "appareil ou noeud maître de cycle" ("Cycle master" selon la terminologie anglaise IEEE1394). L'appareil maître de cycle génère un paquet de début de cycle ("cycle start packet" en terminologie anglaise IEEE 1394 ) ou de trame isochrone toutes les 125 µs, ce qui correspond à une fréquence de 8 kHz. Ce  
25   paquet comporte la valeur du registre d'horloge de 32 bits de l'appareil maître de cycle au moment de l'émission. Il est alors prévu qu'un appareil récepteur du paquet asservisse son propre registre de 32 bits aux valeurs reçues de l'appareil maître de cycle.

Le document IEEE 1394-1995 mentionné ci-dessus concerne  
30   l'architecture du bus série. Un standard additionnel, concernant l'interconnection de plusieurs bus par l'intermédiaire de ponts ("bridges" selon le vocabulaire anglais généralement utilisé) est en cours d'élaboration. La dernière version de ce projet actuellement disponible auprès de l'IEEE porte la référence P1394.1 Draft 0.03, et date du 18 octobre 1997.

35           Lorsque l'on interconnecte plusieurs bus au moyen d'un pont sans fil, il est indispensable de transmettre les données isochrones avec le même

signal d'horloge pour tous les appareils du réseau. On appellera dans la suite "portails" ("portals" selon la terminologie adoptée par le document P1394.1) les appareils permettant aux bus d'être reliés par un réseau sans fil. Dans le but de synchroniser l'ensemble du réseau, un des appareils connecté à l'un  
5 des bus est élu "appareil maître de cycle du réseau" ("net cycle master" selon la terminologie IEEE 1394). Le portail qui est l'appareil maître de cycle du réseau, ou le portail connecté au bus auquel est connecté l'appareil maître de cycle du réseau, est désigné sous le nom de "serveur de cycle" ("cycle server" selon la terminologie IEEE 1394). C'est le serveur de cycle qui est  
10 chargé de transmettre aux autres portails l'horloge en provenance de l'appareil maître de cycle du réseau. Les appareils maîtres de cycle des autres bus se calent ainsi sur l'horloge reçue de leur portails.

Cependant, les horloges locales des portails doivent pouvoir se synchroniser correctement sur l'horloge du serveur de cycle.

15

L'invention a pour but de proposer une solution permettant de répondre à cette exigence.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur une horloge d'un réseau de  
20 communication sans fil auquel ledit appareil est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode de type TDMA, ledit procédé comporte les étapes suivantes :

- une étape de détermination du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception et l'horloge locale de l'appareil,
- 25 - une étape de correction de l'horloge locale de l'appareil sur la voie de réception en fonction dudit déphasage déterminé, par une première correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et une seconde correction de la partie fractionnaire pour la récupération du déphasage résiduel.

30

Ainsi, l'horloge du réseau ayant été récupérée de manière correcte, l'échantillonnage du signal reçu est réalisé avec la bonne phase, ce qui permettra une réception entre échantillons sans interférences.

Selon un mode de réalisation, une fenêtre de contrôle étant un  
35 intervalle de temps prédéterminé dont le début est défini relativement par rapport au début de la trame émise, une fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil émetteur, l'étape de détermination comporte une

étape de détection d'un motif invariable présent au début de chaque fenêtre de contrôle attribuée à un appareil émetteur de l'horloge du réseau, ledit motif permettant de fournir l'instant correspondant à l'impulsion d'horloge du réseau.

5

Selon un mode de réalisation, l'étape de détection est réalisée par corrélation entre l'impulsion de l'horloge du réseau et celle de l'horloge locale de l'appareil. De cette sorte, l'apparition répétée du motif dans les trames reçues permet de préciser la connaissance de l'instant exact du  
10 début de la fenêtre de contrôle dédiée à l'appareil de référence. Le maximum de la corrélation effectuée à un multiple de la fréquence d'échantillonnage de l'horloge locale fournit l'instant de début de la fenêtre de contrôle de l'appareil de référence avec une précision égale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage de l'horloge locale.

15

En connectivité incomplète (c'est à dire lorsqu'il n'existe pas de liaison directe entre au moins deux portails), les informations de contrôle devant être malgré tout propagées dans tout le réseau sans fil, ledit procédé comporte sur une voie d'émission une étape de transmission de l'horloge du réseau déterminée sur la voie de réception. Ainsi, ledit procédé permet de  
20 propager l'horloge du réseau et de la transmettre, par exemple, à un appareil du réseau sans fil ne se trouvant pas en liaison directe avec le serveur du cycle.

25

Selon un mode de réalisation, l'étape de détermination comporte une étape d'asservissement de l'impulsion de l'horloge du réseau.

Selon un mode de réalisation, ladite correction de la partie entière est réalisée par déphasage de l'impulsion de l'horloge locale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage de l'appareil.

30

Selon un mode de réalisation, ladite seconde correction de la partie fractionnaire est réalisée dans le domaine fréquentiel par rotation de vecteurs traduisant les échantillons reçus.

Selon un mode de réalisation, ladite étape de détermination du déphasage temporel est employée pour une troisième correction de partie entière dudit déphasage et une quatrième correction de partie fractionnaire à réaliser sur l'horloge locale émise sur une voie d'émission.

35

Selon un mode de réalisation, ladite quatrième correction est réalisée dans le domaine fréquentiel par interpolation des vecteurs traduisant les échantillons émis.

Selon un mode de réalisation, les corrections de partie fractionnaire sont réalisées dans le domaine temporel par interpolation.

5 Selon un mode de réalisation, le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception, afin de tenir compte, lors de l'émission des trames, du temps de traitement dû au codage, à l'adressage de la constellation, la modulation des symboles et en vue d'anticiper ce temps de traitement lors de l'établissement de l'horloge à émettre.

10 L'invention a également pour objet un dispositif de synchronisation convenant à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes pour la synchronisation d'une horloge locale d'un appareil sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil auquel ledit appareil est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode  
15 de type TDMA, ledit dispositif comporte :

- des moyens de détermination du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception et l'horloge locale de l'appareil,

- un premier ensemble de moyens de correction de l'horloge locale  
20 de l'appareil sur la voie de réception en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des premiers moyens de correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des seconds moyens de correction de la partie fractionnaire du déphasage apte à récupérer le déphasage résiduel.

25 Selon un mode de réalisation, lesdits moyens de détermination comprennent un corrélateur destiné à fournir l'impulsion d'horloge du réseau à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif près et un bloc d'asservissement de l'horloge locale pour le verrouillage de l'horloge locale sur l'horloge du réseau.

30 Selon un mode de réalisation, ledit premier ensemble de moyens de correction comprend :

- un premier bloc de déphasage temporel sur la voie de réception pour le déphasage de l'impulsion d'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,

- un premier bloc de traitement pour le déphasage correspondant à  
35 la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception.

Selon un mode de réalisation, ledit dispositif de synchronisation comprend un second ensemble de moyens de correction de l'horloge locale de

l'appareil sur une voie d'émission en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des troisièmes moyens de correction de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des quatrièmes moyens de correction de la partie fractionnaire apte à récupérer le déphasage résiduel.

5 Selon un mode de réalisation, ledit second ensemble de moyens de correction comprend :

- un second bloc de déphasage sur la voie d'émission pour le déphasage de l'impulsion de l'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé

10 - un second bloc de traitement pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception.

Selon un mode de réalisation, lesdits premier et second blocs de traitement comportent respectivement un bloc de calcul de la Transformée de Fourier, un bloc de calcul de la transformée de Fourier Inverse, chacun des  
15 blocs de traitement comportant un déphaseur apte à appliquer, dans le domaine fréquentiel, une rotation des vecteurs représentant les échantillons de la trame.

Selon un mode de réalisation, lesdits premier et second blocs de traitement comportent respectivement un interpolateur apte à interpoler le  
20 déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée et à retarder l'horloge de l'appareil d'un retard calculé sur la voie d'émission.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description de l'exemple de réalisation qui va suivre, pris à  
25 titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente un diagramme représentant trois bus IEEE 1394 reliés par un pont constitué de trois portails communiquant entre eux par  
30 transmission sans fil,

- la figure 2 représente un dispositif de synchronisation selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 3 représente un dispositif de synchronisation selon une variante de l'invention.

35

Pour simplifier la description, les mêmes références seront utilisées pour désigner les éléments remplissant des fonctions identiques.

Bien que l'exemple de réalisation concerne des bus IEEE 1394 et un réseau sans fil associé, et que la description utilise certains termes issus de la terminologie associée avec ce type de bus, l'invention ne se limite pas au bus IEEE 1394 et peut s'appliquer dans d'autres environnements.

5

La figure 1 représente un réseau constitué de trois bus de type IEEE 1394, référencés 1, 2 et 3, interconnectés par un réseau sans fil 50 auquel les bus sont reliés respectivement par des appareils dits "portails" ("portals" selon la terminologie adoptée par le document P1394.1) WL1, WL2 et WL3. 10 Les portails communiquent entre eux par transmission sans fil, en radiofréquences selon le présent cas de figure. On considère que la réunion des portails constitue ce que l'on appellera dans la suite un "pont" sans fil, réalisant l'interconnection des bus.

Ces portails WL1, WL2, WL3 sont chacun également membres 15 respectivement des bus 1, 2, 3, et constituent donc des noeuds au sens du standard IEEE 1394 au même titre que d'autres appareils 5, 6 connectés aux bus. Dans le but de synchroniser l'ensemble du réseau, l'appareil 4 connecté au bus 1 est élu "appareil maître de cycle du réseau" ("net cycle master" selon la terminologie IEEE 1394). Il est à noter que cette notion est plus large 20 que celle de "maître de cycle" qui est limitée à un bus. L'appareil 4 maître de cycle du réseau, qui peut également être l'un des portails, est désigné par le gestionnaire du pont ("bridge manager" selon la terminologie IEEE 1394) parmi les appareils maîtres de cycle des différents bus.

Le portail WL1 étant le portail connecté au bus auquel est connecté 25 l'appareil 4 maître de cycle du réseau, est désigné sous le nom de "serveur de cycle" ("cycle server" selon la terminologie IEEE 1394). En l'occurrence, l'appareil WL1 est le serveur de cycle. C'est le serveur de cycle WL1 qui est chargé de transmettre aux autres appareils portails WL2, WL3 l'horloge en provenance de l'appareil 4 maître de cycle du réseau. Les appareils maîtres de 30 cycle des autres bus 2, 3 se caleront sur l'horloge reçue de leur appareils portails respectifs WL2, WL3.

Le réseau sans fil utilise un mécanisme du type TDMA (pour 'Time Division Multiplex Access' en langue anglaise) pour l'accès au canal de transmission sans fil, une trame TDMA étant subdivisée en fenêtres pendant 35 lesquelles les appareils peuvent transmettre. Une fenêtre de contrôle est un intervalle de temps prédéterminé dont le début est défini relativement par

rapport au début de la trame, une fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil portail du réseau sans fil susceptible d'émettre

L'appareil portail WL1 envoie l'horloge du réseau dans le réseau sans fil, qui est reçue au niveau des appareils WL2, WL3. Pour une  
5 meilleure clarté, on se limitera dans la suite à l'explication de la synchronisation de l'appareil 5 sur l'horloge. Bien entendu, cette explication peut être étendue à tout autre appareil du réseau sans fil. Dans le cas particulier où un appareil non représenté du réseau sans fil est en connectivité incomplète avec l'appareil WL1, c'est à dire que l'appareil n'est  
10 pas en liaison directe avec l'appareil WL1, on considérera que l'appareil se synchronise avec l'horloge d'un appareil avec lequel il est en liaison directe et qui est apte à véhiculer l'horloge du réseau.

La figure 2 représente un dispositif 7 de synchronisation compris dans l'appareil WL2 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Ce  
15 dispositif 7 comporte deux voies 8, 9 respectivement de réception et d'émission reliées au réseau sans fil 50. Le dispositif 7 comporte sur sa voie de réception 8 recevant les trames TDMA un corrélateur 10 de phase en parallèle d'un premier bloc de déphasage 11 comportant une ligne à retard connue en soi et apte à appliquer un retard variable sur l'instant  
20 d'échantillonnage de l'horloge locale. Le fonctionnement de ce circuit sera explicité ci-après. La sortie du corrélateur 10 est reliée à l'entrée d'un estimateur de phase 12 dont une autre entrée est reliée à la sortie d'un premier intégrateur 13 apte à accumuler le déphasage de l'horloge locale avec celle du réseau reçue sur la voie de réception. La sortie de l'estimateur  
25 de phase 12 est connectée à l'entrée d'un filtre de boucle 14 dont la sortie délivre l'erreur de phase à l'intégrateur de phase 13 et à un second intégrateur de phase 130. Sur la voie de réception, l'intégrateur 13 commande une entrée du bloc de déphasage 11 et d'un déphaseur 15 alors que, sur la voie d'émission, l'intégrateur 130 commande une entrée d'un  
30 second bloc de déphasage 16 et d'un déphaseur 17. Une sortie du bloc de déphasage 11 est reliée à un bloc 18 de calcul de Transformée de Fourier délivrant des échantillons dans le domaine fréquentiel au déphaseur 16. La sortie du déphaseur 16 qui est la sortie du dispositif 7 est quant à elle reliée, par exemple, à un bloc de décodage de constellation ("Constellation  
35 Demapping block" en langue anglaise) qui attaque un décodeur Viterbi, non représentés.

Le dispositif 7 comporte en entrée de sa voie d'émission 9 le déphaseur 17 commandé par l'intégrateur 130 dont la sortie est reliée à un bloc 19 de calcul de la Transformée de Fourier Inverse apte à transmettre les échantillons dans le domaine temporel. Ces échantillons sont alors  
5 délivrés au bloc de déphasage 16. L'entrée du dispositif 7 du côté de la voie d'émission est reliée, par exemple, à un circuit d'adressage de constellation suivi d'un circuit de codage, non représentés. L'intégrateur 13 commande le déphaseur 17 et le second bloc de déphasage 16. La sortie de ce dernier est la sortie du dispositif 7 qui émet une horloge synchronisée avec celle du  
10 réseau, comme explicitée ci-dessous.

Selon le mode de réalisation représenté sur la figure 2, l'appareil WL1 émet, autant en phase d'acquisition (c'est à dire après redémarrage du réseau, par exemple) qu'en régime permanent, le préambule P connu de tous les appareils du réseau sans fil, au début de la fenêtre de contrôle qui  
15 lui est dédiée. Selon une variante, pour économiser de l'énergie, le préambule n'est émis que périodiquement une fois toutes les q fenêtres de contrôle, avec q entier positif. Le dispositif 7 détecte la présence de ce préambule P connu par opération classique de corrélation grâce au corrélateur 10. Le maximum de la corrélation est effectuée à un multiple de  
20 la fréquence d'échantillonnage du dispositif 7, fournissant l'instant de début de la fenêtre de contrôle de l'appareil WL1 avec une précision égale à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif 7. En effet, le corrélateur 10 transmet un signal compris entre 0 et 1 dont la valeur maximale correspond à la détection du préambule P. L'estimateur de phase  
25 12 reçoit ce dernier signal et le compare avec le signal de sortie de l'intégrateur 13. Ainsi, l'estimateur de phase 12 délivre une tension continue qui est fonction de la différence de phase entre les deux signaux appliqués à son entrée. Le filtre de boucle 14 laisse passer cette tension et la délivre aux premier et second intégrateurs 13, 130. De cette sorte, tant  
30 que le corrélateur 10 n'a pas détecté le préambule P au début de la fenêtre de contrôle, l'intégrateur 13 est incrémenté jusqu'au verrouillage sur l'instant de l'horloge du réseau. Le temps de verrouillage peut bien entendu être amélioré en fonction du gain du filtre de boucle 14.

Une fois que le déphasage temporel entre l'horloge du réseau et  
35 celle du dispositif 7 a été enregistré par l'intégrateur 13, celui-ci commande au bloc de déphasage 11 un déphasage de l'horloge locale d'une valeur équivalent à la partie entière du déphasage enregistré. Par exemple, si

l'horloge locale a été déterminée comme ayant un retard de 8,3 bits par rapport à l'horloge du réseau, les intégrateurs 13, 130 commandent respectivement un déphasage temporel de 8 bits aux circuits de déphasage 11, 16. La différence de phase d'échantillonnage résiduelle 0,3 bit est alors  
5 inférieure au sous-multiple de la période d'échantillonnage considérée. Les échantillons arrivant selon une logique temporelle sont alors appliqués au bloc 18 de calcul de la Transformée de Fourier qui les transpose dans le plan fréquentiel. Or, il est bien connu qu'une différence de phase temporelle dans le domaine temporel se traduit par une rotation de vecteurs (I, Q)  
10 obtenus en sortie du bloc 18. La correction fine de la phase d'échantillonnage consiste alors à appliquer une rotation linéaire inverse des vecteurs de sortie du bloc 18, la pente de cette phase linéaire étant fournie par la partie fractionnaire calculée par l'intégrateur 13.

Lorsque le dispositif 7 doit émettre à son tour, il utilise  
15 l'information de déphasage obtenue par l'intégrateur 130 et utilise le principe vu ci-dessus pour le calage sur la voie de réception en vue de l'émission de l'horloge. Les vecteurs dans le domaine fréquentiel en entrée subissent une correction d'un déphasage linéaire correspondant à la partie fractionnaire du déphasage mesuré par l'intégrateur 130, et les échantillons  
20 de sortie du bloc 19 subissent dans le domaine temporel un déphasage correspondant à la partie entière de la correction à apportée sur l'horloge locale. On notera que le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception afin de tenir compte du temps de traitement nécessaire à l'émission des trames.

25 Cette solution d'exploitation du domaine fréquentiel pour la correction fine du déphasage est avantageuse lorsque diverses perturbations peuvent gêner la propagation des ondes tel que les échos multiples, auquel cas il est préférable d'utiliser une modulation multiporteuse du type OFDM.

La figure 3 représente un dispositif de synchronisation 20 selon  
30 une variante du dispositif 7. Dans cette variante, sur la voie de réception 8, le bloc 18 et le déphaseur 15 sont remplacés par un interpolateur apte à procéder à la correction de la partie fractionnaire par interpolation dans le domaine temporel. De façon parallèle, sur la voie d'émission, le bloc 19 et le déphaseur 17 sont remplacés par un interpolateur 22 également apte à  
35 procéder à la correction de la partie fractionnaire par interpolation dans le domaine temporel.

## REVENDECATIONS

1. Procédé de synchronisation d'une horloge locale d'un appareil  
5 (WL2, WL3) sur une horloge d'un réseau de communication sans fil (50) auquel  
ledit appareil (WL2, WL3) est relié, caractérisé en ce que, la transmission de  
trames étant réalisée selon un mode de type TDMA, ledit procédé comporte les  
étapes suivantes :
  - une étape de détermination du déphasage temporel entre l'horloge  
10 du réseau reçue sur une voie de réception (8) et l'horloge locale de l'appareil  
(WL2, WL3),
    - une étape de correction de l'horloge locale de l'appareil (WL2,  
WL3) sur la voie de réception (8) en fonction dudit déphasage déterminé, par  
une première correction de la partie entière du déphasage dans le domaine  
15 temporel et une seconde correction de la partie fractionnaire pour la  
récupération du déphasage résiduel.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une  
fenêtre de contrôle par trame étant attribuée à chaque appareil émetteur du  
réseau sans fil, l'étape de détermination comporte une étape de détection  
20 d'un motif invariable présent au début de chaque fenêtre de contrôle  
attribuée à un appareil émetteur (WL1) de l'horloge du réseau, ledit motif  
permettant de fournir l'instant correspondant à l'impulsion d'horloge du  
réseau.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape  
25 de détection est réalisée par corrélation entre l'impulsion de l'horloge du  
réseau et celle de l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
que l'étape de détermination comporte une étape d'asservissement de  
l'impulsion de l'horloge du réseau.
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
que ladite correction de la partie entière est réalisée par déphasage de  
l'impulsion de l'horloge locale à un sous-multiple de la période  
d'échantillonnage de l'appareil (WL2, WL3).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce  
35 que ladite seconde correction de la partie fractionnaire est réalisée dans le  
domaine fréquentiel par rotation de vecteurs traduisant les échantillons reçus.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite étape de détermination du déphasage temporel est employée pour une troisième correction de partie entière dudit déphasage et une quatrième correction de partie fractionnaire à réaliser sur l'horloge locale émise sur une  
5 voie d'émission.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite quatrième correction est réalisée dans le domaine fréquentiel par interpolation des vecteurs traduisant les échantillons émis.

9. Procédé selon l'une des revendications 7 à 8, caractérisé en ce  
10 que les corrections de partie fractionnaire sont réalisées dans le domaine temporel par interpolation.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le déphasage introduit sur la voie d'émission est supérieur à celui introduit sur la voie de réception.

15 11. Dispositif de synchronisation convenant à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes pour la synchronisation d'une horloge locale d'un appareil (WL2, WL3) sur l'horloge d'un réseau de communication sans fil (50) auquel ledit appareil (WL2, WL3) est relié, caractérisé en ce que, la transmission de trames étant réalisée selon un mode  
20 de type TDMA, ledit dispositif comporte :

- des moyens de détermination (10; 12; 14; 13; 130) du déphasage temporel entre l'horloge du réseau reçue sur une voie de réception (8) et l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3),

- un premier ensemble de moyens de correction (11; 15; 18; 21) de  
25 l'horloge locale de l'appareil sur la voie de réception (8) en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des premiers moyens de correction (11) de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des seconds moyens de correction (15; 18; 21) de la partie fractionnaire du déphasage apte à récupérer le déphasage résiduel.

30 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de détermination (10; 12; 14; 13; 130) comprennent un corrélateur (10) destiné à fournir l'impulsion d'horloge du réseau (50) à un sous-multiple de la période d'échantillonnage du dispositif (7) près et un bloc d'asservissement (12; 14; 13) de l'horloge locale pour le verrouillage de l'horloge locale sur l'horloge  
35 du réseau.

13. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 12, caractérisé en ce que ledit premier ensemble de moyens de correction (11; 15; 18; 21) comprend :

- 5 - un premier bloc de déphasage temporel (11) sur la voie de réception (8) pour le déphasage de l'impulsion d'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- un premier bloc de traitement (15; 18; 21) pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception (8).

10 14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que ledit dispositif de synchronisation comprend un second ensemble de moyens de correction (11; 17; 19; 22) de l'horloge locale de l'appareil (WL2, WL3) sur une voie d'émission (9) en fonction dudit déphasage déterminé, comprenant des troisièmes moyens de correction (16) de la partie entière du déphasage dans le domaine temporel et des quatrièmes moyens de correction  
15 (17; 19; 22) de la partie fractionnaire apte à récupérer le déphasage résiduel.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit second ensemble de moyens de correction (11; 17; 19; 22) comprend :

- 20 - un second bloc de déphasage (16) sur la voie d'émission (9) pour le déphasage de l'impulsion de l'horloge locale d'un retard correspondant à la partie entière dudit déphasage déterminé,
- un second bloc de traitement (17; 19; 22) pour le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée sur la voie de réception (9).

25 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits premier (15; 18; 21) et second (17; 19; 22) blocs de traitement comportent respectivement un bloc de calcul de la Transformée de Fourier (18), un bloc de calcul de la transformée de Fourier Inverse (19), chacun des blocs de traitement ((15; 18; 21); (17; 19; 22)) comportant un déphaseur (15; 17) apte à appliquer, dans le domaine fréquentiel, une rotation des vecteurs représentant les échantillons de la trame.

30 17. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits premier (15; 18; 21) et second (17; 19; 22) blocs de traitement comportent respectivement un interpolateur (21; 22) apte à interpoler le déphasage correspondant à la partie fractionnaire déterminée et à retarder l'horloge de l'appareil d'un retard calculé sur la voie d'émission (9).

35

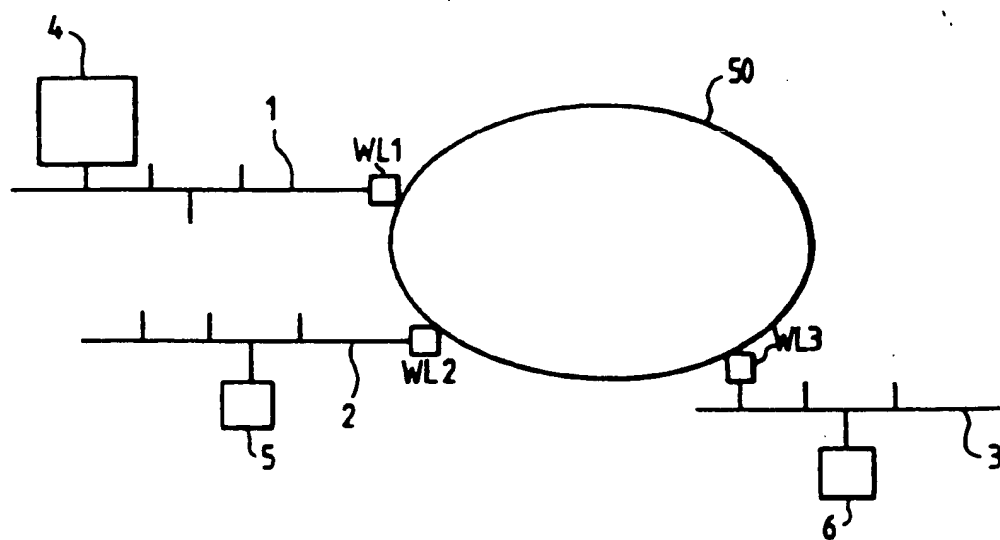
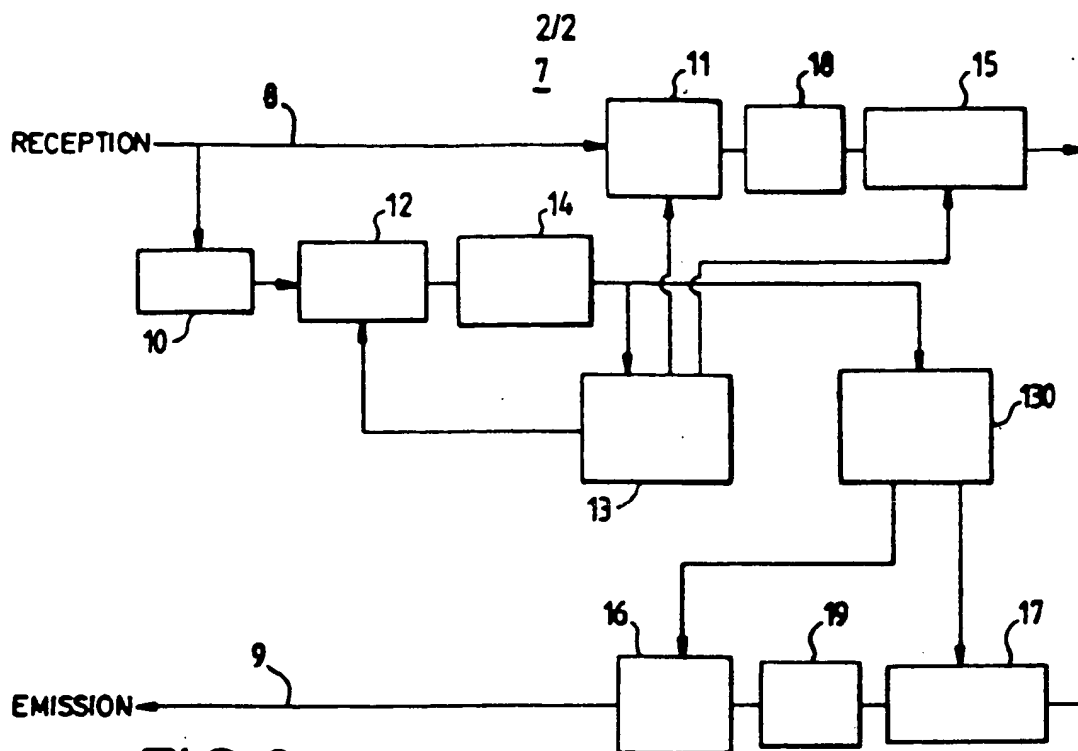
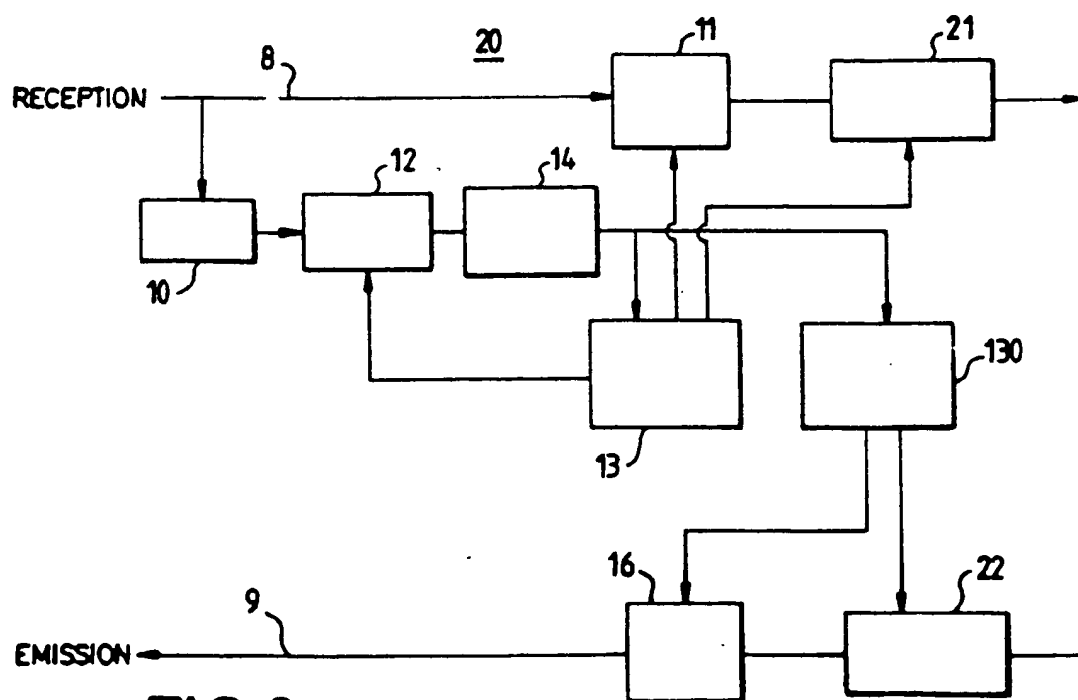


FIG.1



**FIG.2**



**FIG.3**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/02599

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06F1/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 702 464 A (RACOTEK INC) 20 March 1996 (1996-03-20) column 3, line 12 -column 6, line 11 figures 1-5	1,11-13
Y		2-4
A		5,6,14, 15
Y	EP 0 722 233 A (HEWLETT PACKARD CO) 17 July 1996 (1996-07-17) column 4, line 30 -column 8, line 52 figures 3-10	2-4
A		1,5,6, 11-15
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 1999

Date of mailing of the international search report

08/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baldan, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 99/02599

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 327 468 A (EDBLAD WARREN A ET AL) 5 July 1994 (1994-07-05) column 4, line 9 -column 6, line 25 figure 1 -----	1,5,6, 11-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/02599

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0702464 A	20-03-1996	AU 1494895 A	28-03-1996
		CA 2143373 A	15-03-1996
		JP 8097808 A	12-04-1996
EP 0722233 A	17-07-1996	US 5566180 A	15-10-1996
		JP 8221336 A	30-08-1996
US 5327468 A	05-07-1994	CN 1081301 A	26-01-1994
		DE 4320137 A	23-12-1993
		ES 2076090 A	16-10-1995
		GB 2267985 A,B	22-12-1993
		JP 6052076 A	25-02-1994
		PL 299389 A	21-02-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema Internationale No  
PCT/FR 99/02599

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G06F1/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 702 464 A (RACOTEK INC) 20 mars 1996 (1996-03-20) colonne 3, ligne 12 -colonne 6, ligne 11 figures 1-5	1, 11-13
Y A	---	2-4 5, 6, 14, 15
Y	EP 0 722 233 A (HEWLETT PACKARD CO) 17 juillet 1996 (1996-07-17) colonne 4, ligne 30 -colonne 8, ligne 52 figures 3-10	2-4
A	---	1, 5, 6, 11-15
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"B" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 novembre 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/12/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Baldan, M

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema Internationale No  
PCT/FR 99/02599

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 327 468 A (EDBLAD WARREN A ET AL) 5 juillet 1994 (1994-07-05) colonne 4, ligne 9 - colonne 6, ligne 25 figure 1</p> <p>-----</p>	1,5,6, 11-15

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 99/02599

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0702464 A	20-03-1996	AU 1494895 A	28-03-1996
		CA 2143373 A	15-03-1996
		JP 8097808 A	12-04-1996
EP 0722233 A	17-07-1996	US 5566180 A	15-10-1996
		JP 8221336 A	30-08-1996
US 5327468 A	05-07-1994	CN 1081301 A	26-01-1994
		DE 4320137 A	23-12-1993
		ES 2076090 A	16-10-1995
		GB 2267985 A, B	22-12-1993
		JP 6052076 A	25-02-1994
		PL 299389 A	21-02-1994